第 42 卷　第 4 期
2024 年 12 月

天　文　学　进　展
PROGRESS IN ASTRONOMY

Vol. 42,　No. 4
Dec., 2024

doi: 10.3969/j.issn.1000-8349.2024.04.04

LAMOST 低分辨率光谱中 A 型星的恒星参数测量新方法

左　芳[1,2]，罗阿理[1,2]

(1. 中国科学院 国家天文台 光学天文重点实验室，北京 100101；　2. 中国科学院大学，北京 100049)

摘要： 以 LAMOST 为代表的恒星光谱巡天获得了海量的 A 型星光谱。从 A 型星的低分辨率光谱中准确测量其大气物理参数并形成统一的处理管线的过程，往往受到特殊 A 型星的影响。探讨了特殊 A 型星 Am 和 Ae 在光学波段的光谱特征，Am 星以弱的 Ca II K 线和强的 Fe 线为特征，而 Ae 星则以光谱中的发射线为显著特征。通过屏蔽 Am 和 Ae 星中对测量大气参数有重要影响的光谱区域，并尽量保留对恒星参数敏感的区域，获得了测量 A 型恒星大气参数的统一算法。该方法将应用于 LAMOST DR11 以及后续的数据产品中。通过对重复观测源的参数进行统计分析，有效温度 ($T_{\rm eff}$)、表面重力 ($\lg g$) 和金属丰度 ([Fe/H]) 的精度分别为 108 K、0.103 dex 和 0.074 dex。通过与高分辨率星表 PASTEL 进行交叉对比发现，该方法获得的有效温度、表面重力和金属丰度的标准差分别为 215 K、0.283 dex 和 0.307 dex。

关　键　词： A 型恒星；恒星大气参数；巡天

中图分类号： P145.1　　　　**文献标识码：** A

1　引　言

A 型恒星是研究恒星演化的重要天体。A 型矮星位于赫罗图 (Hertzsprung-Russell diagram, HR) 主序带的中上部分，质量大约为 $1.4M_{\odot} \sim 2.1M_{\odot}$。A 型巨星位于赫罗图主序上方，其核燃烧以壳层氢或者中心氦燃烧为主。在水平分支 (horizontal-branch, HB) 上[1]，也存在着 A 型光谱的恒星，主要集中在水平分支的蓝端[2] (blue horizontal-branch, BHB)；在渐近巨星支[3] (asymptotic giant branch, AGB) 的演化阶段，同样可以观察到 A 型光谱的恒星；Post AGB[4] (post asymptotic giant branch) 也具有 A 型星的光谱型；还有其他稀有的具有 A 型光谱型的恒星，例如存在于星团中的蓝离散星、具有星盘的 A 型星以及大气化

收稿日期： 2024-01-30；　**修回日期：** 2024-02-26

资助项目： 国家重点研发计划 (2019YFA0405502)；国家自然科学基金 (12261141689)

通讯作者： 罗阿理，lal@nao.cas.cn

学分层导致的金属丰度异常的恒星[5, 6]等。总之，不同物理机制导致恒星具有同样 A 型光谱型，测量它们的大气参数往往受到多种因素的影响。由于 A 型光谱型恒星可能处于不同演化阶段，正确测量其大气参数对于我们理解银河系的起源、演化以及恒星和行星系统的形成具有重要意义。

A 型星在光学波段的光谱特征以强的巴尔末吸收线为标志，如 Hδ (4102 Å)、Hγ (4341 Å)、Hβ (4862 Å) 和 Hα (6564 Å) 线。此外，其光谱也存在一些金属线，例如钙 (Ca)、铁 (Fe)、铬 (Cr)、钛 (Ti) 等，但与巴尔末线相比，这些金属线的强度较弱。A 型星的研究在很大程度上依赖于光谱中的巴尔末线特征，这些特征不仅对 A 型星的分类至关重要，也是分析星系光谱的关键要素。

A 型星的大气物理参数，如有效温度 $T_{\rm eff}$、表面重力 $\lg g$ 以及金属丰度 [Fe/H]，不仅揭示了恒星的物理状态和化学组成，而且对于追踪恒星的演化历程具有决定性意义。通过这些参数，我们可以推断恒星的年龄、质量以及它们在宇宙中的起源，从而构建出恒星演化的完整图景。准确的 A 型恒星大气物理参数对大质量恒星的结构和演化、辐射机制等研究具有重要的作用。

模板匹配是一种常用的估计恒星大气参数的方法，尤其是在处理低分辨率光谱数据时。这种方法的关键在于构建一个包含不同大气参数组合的模板光谱库，这些模板可以基于理论模型生成，也可以来自已知参数的实测光谱。通过对观测到的恒星光谱与这些模板进行比较，可以找到匹配最佳的模板，从而推断出恒星的大气参数。在大型巡天项目如斯隆 (Sloan Digital Sky Survey, SDSS) 和郭守敬望远镜 (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope, LAMOST) 中，均采用模板匹配方法来计算恒星大气参数。模版匹配方法的有效性依赖于光谱质量和光谱波段覆盖范围。理想情况下，光谱波段范围越广，包含的特征信息就越多，这有助于提高参数估值的准确性和可靠性。

光谱的连续谱流量中包含温度信息，而连续谱流量通常通过标准星的流量定标来确定。然而，LAMOST 在进行流量定标时要面对诸多挑战，如标准星的稀缺、大视场的平场校正问题，以及不同恒星间的消光效应的变异性[7]。这些因素导致在计算恒星大气参数时，我们往往依赖归一化后的光谱，此时光谱的特征信息变得尤为重要。Hou 等人[8]研究了低分辩率 A 型光谱的主要谱线特征。在 A 型星的群体中，大约 30% 的恒星展现出独特的光谱特征[9]，它们被归类为特殊星。这些特殊星在光谱上呈现与普通 A 型星不同的光谱特征[10]，在模版匹配进行恒星参数测量时，这些光谱异常特征会导致参数测量误差增大。比如，化学丰度异常星 Am[5]的 Ca II K 线较弱 Fe 线较强[11]，所以分别通过 Ca II K 线和 Fe 线获得的大气参数会有差异。Am 型星分为经典型 Am (classic Am) 和边缘型 Am (marginal Am)，前者是指金属线对应的光谱型至少晚于 Ca II K 线对应的光谱型 5 个子型以上，而边缘型 Am 的光谱型差通常少于 5 个子型[12]。发射线恒星 Ae[6]的光谱中出现发射线特征，而模板光谱没有发射线，这直接影响参数估计的精度。在计算恒星大气参数时，如何屏蔽特殊星产生影响的特征波段，同时又尽可能地保留对大气参数敏感的区域，是实现海量 A 型光谱恒星大气参数自动测量的关键。

通过光谱分析，可以识别特殊 A 型星。Am 具有弱的 Ca II K 线以及强的 Fe 线，Hou

等人[13, 14]先后从 LAMOST 低分辨率光谱中搜索出大量的 Am 星。Ae 星又称为发射线 A 型星，其光谱中常出现发射线，尤其是 Hα 线最显著。Zhang 等人[15]从 LAMOST DR7 数据中找到 25 867 颗带有发射线的早型星。这些特殊星的样本为我们屏蔽特殊星的异常光谱特征提供了数据基础。

本文以 LAMOST 低分辨率光谱为载体，探讨特殊 A 型星 Am 和 Ae 在光学波段的光谱特征，屏蔽 Am 和 Ae 光谱特征对恒星参数测量的影响。本文结构安排如下：第 2 章介绍数据样本；第 3 章介绍特殊星的光谱特征及对参数测量的影响；第 4 章展示我们的方法在 LAMOST 数据处理上的应用及结果分析；第 5 章对全文进行总结。

2 数 据

LAMOST[16–20]是一架中星仪式反射施密特望远镜，坐落于河北省承德市兴隆县的兴隆观测基地。LAMOST 同时拥有 5° 大视场和 3.6 ~ 4.9 m 的大口径，可以在 1 次曝光中拍摄 4 000 个天体，通过焦面上的 4 000 根光纤在 CCD 上成像，是首次获取千万量级光谱的天文望远镜。LAMOST 能观测 $R \approx 2\,000$ 的低分辨率光谱和 $R \approx 7\,500$ 的中分辨率光谱。获得的低分辨率光谱波段范围是 3 900 ~ 9 000 Å，中分辨率光谱的波段范围是 4 950 ~ 5 350 Å 和 6 300 ~ 6 800 Å。

自 2011 年投入运行以来，LAMOST 已经积累了丰富的观测数据。截至 2022 年 6 月，LAMOST 已经发布了 1 100 万条低分辨率光谱数据和 700 万条恒星大气参数数据，其中包括 30 余万条 A 型星的光谱。这些数据为天文学家提供了宝贵的资源，使得他们能够更深入地研究 A 型星以及其他类型的恒星，从而有助于我们对宇宙中恒星多样性和演化历程的理解。

3 方 法

3.1 特殊星影响的光学波段

3.1.1 Am 星

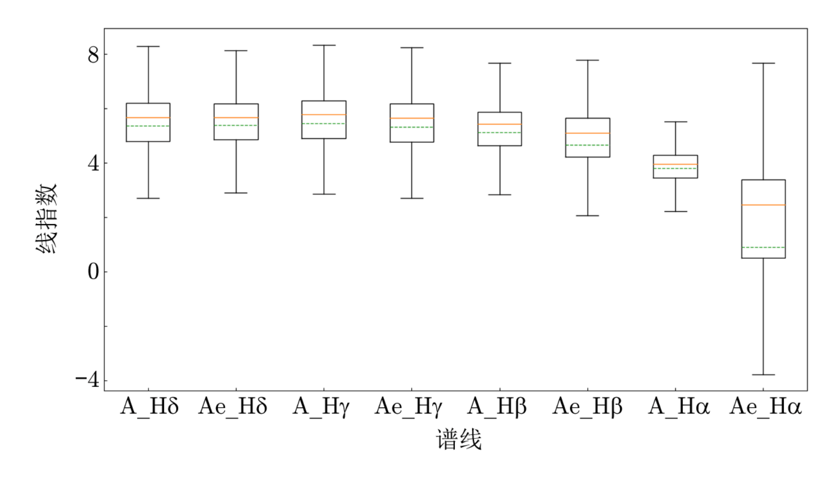
Am 星也被称为金属线星，这类恒星的显著特征在于其化学成分的异常分布，具体来说，它们显示出钙 (Ca) 和钪 (Sc) 元素的丰度降低，以及铁峰元素和稀土元素的丰度增加。在普通 A 型星中，随着有效温度的降低，Ca II K 线会逐渐增强。然而，Am 星的 Ca II K 线强度相对于同等温度下的 A 型星来说较弱。如果用这一波段来计算大气参数，就会导致参数结果不准确。

3.1.2 Ae 星

Ae 星在可见光波段展现出独特的发射线特征，这些特征对于探索恒星外层壳层的结构和性质具有重要价值。它们不仅揭示了恒星周围吸积盘、恒星风以及双星系统中的相互作用

等天体物理现象，而且为我们理解这些复杂过程提供了关键线索。然而，这些发射线在计算大气参数时可能会引起误匹配[21]。

Ae 的发射线以 H 线为主，光学波段中有多根 H 线，包括 Hδ (4 102 Å)、Hγ (4 341 Å)、Hβ (4 862 Å) 和 Hα (6 564 Å)。H 的发射线强度表现为巴尔末衰减，这一现象依赖于壳层的温度、电子密度等物理属性[22]。因此越高阶的氢线发射强度越弱，在光谱上受发射特征的影响越小，通常只表现出吸收线特征[23]。基于 Zhang 等人[15]从 LAMOST 低分辨率光谱中识别出的 Ae 星，并结合 LAMOST 提供的 A 型星线指数表①，我们通过普通 A 型星和已识别的 Ae 星的线指数，分析了巴尔末系线的发射强度。如图 1 所示，绿色线和橙色线分别代表该类线指数的均值和中值，展示了 A 型星和 Ae 星在 Hδ、Hγ、Hβ 和 Hα 线上的线指数统计分布情况。



注：A_* 表示 A 型星对应谱线的线指数统计分布，Ae_* 表示 Ae 星对应谱线的线指数统计分布。绿色线和橙色线分别代表该类线指数的均值和中值。

图 1　线指数统计图

由图 1 可以看出，普通 A 型星与 Ae 星在线指数的分布上存在以下特点：

(1) Hδ 和 Hγ 这两条线的线指数分布相似，表明在 Ae 星中，这两条线的发射现象较为少见；

(2) 对于 Hβ 线，线指数显示出一定的差异，Ae 星的线指数整体上略低于 A 型星，这暗示 Ae 星中 Hβ 线的发射活动比 Hδ 和 Hγ 线更为频繁；

(3) Hα 的线指数差异尤为明显，Ae 星的线指数显著低于 A 型星，这表明在 Ae 星中，Hα 线的发射是主要特征。

3.2　屏蔽的波段范围

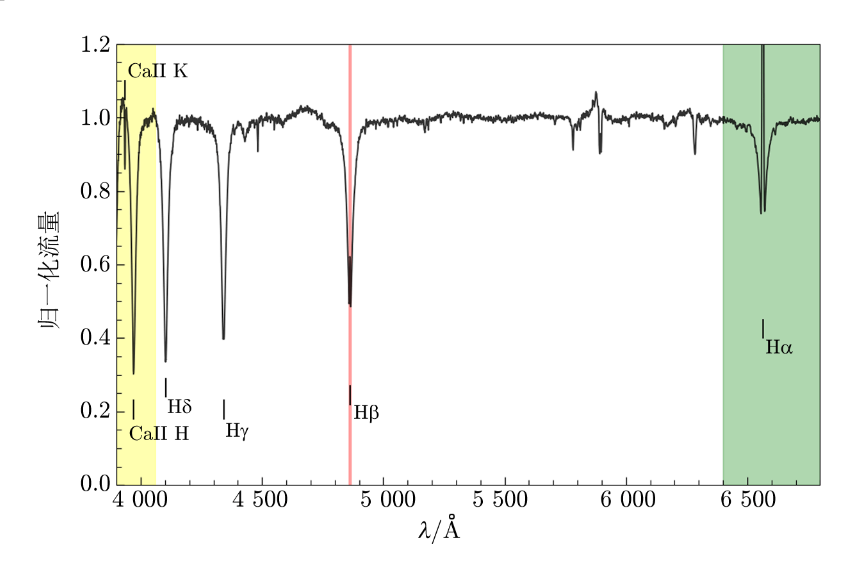
在计算恒星大气参数时，为了避免特殊 A 型星产生干扰，结合 Am 和 Ae 的光谱特征，我们去掉了 3 个波段（如图 2 所示）：

①https://www.lamost.org/dr8/v2.0/catalogue

(1) Ca II K, H (3 900 ~ 4 060 Å)，排除掉 Am 影响的波段；

(2) Hβ (4 857 ~ 4 867 Å)，Ae 星有部分 Hβ 发射的情况，但是发射较小，所以去掉 Hβ 中间线心的部分；

(3) Hα (6 400 ~ 6 800 Å)，Ae 星以 Hα 发射为主，这个区域我们去除较宽，因为 Hα 的线翼较宽。



注：黄色区域 (3 900 ~ 4 060 Å) 为 Am 星影响的波段；红色区域 (4 857 ~ 4 867 Å) 和绿色区域 (6 400 ~ 6 800 Å) 是 Ae 星影响的波段。

图 2 A 型星光谱图

Am 星在光谱上会有 Ca 和 Sc 元素的减丰以及铁峰元素和稀土元素的增丰，但是在我们用较宽波段进行模版匹配时，强线占主导且元素分布区域太宽，因此不能去除。

4 应用与结果

4.1 应用

LASP (LAMOST Stellar Parameter Pipeline) 是一套专门用于测量 LAMOST 恒星大气参数的 pipeline[24]，其核心包含两个部分：CFI (Correlation Function Interpolation) 和 ULySS (Universite de Lyon Spectroscopic analysis Software)。其中，CFI[25]通过计算待测光谱与一系列模板光谱的相关性，以寻找最佳的匹配模板。在这一过程中，首先在模板参数空间内确定最佳的有效温度 $T_{\rm eff}$；然后在这个确定的温度下，通过与模板的匹配来找到最佳的金属丰度 [Fe/H]；最后，在限定了 $T_{\rm eff}$ 和 [Fe/H] 的条件下，进一步寻找最佳匹配的表面重力 $\lg g$。ULySS[26]是一套开源软件包，可用于对恒星光谱进行拟合并测量恒星大气参数，也可对星系光谱进行拟合并对星系的星族合成进行分析。Wu 等人[27]将 ULySS 应用到 LAMOST 低分辨率 F、G、K 型光谱上，$T_{\rm eff}$、$\lg g$ 和 [Fe/H] 的精度分别为 167 K、

0.34 dex 和 0.16 dex。

本文利用 LASP 计算了 LAMOST DR9 国际发布版本中的 A 型星的恒星大气参数，具体步骤如下：

(1) 利用 LAMOST 星表中字段“subclass”和“snrg”检索出 DR9 国际发布版本中所有信噪比 $S/N \geqslant 10$ 的 A 型星；

(2) 将这些光谱进行去伪连续谱操作，得到归一化后的光谱；

(3) 采用 3.2 节中去除屏蔽波段后的波段范围，用 LASP 分析归一化后的 A 型星光谱，计算恒星大气参数；

(4) 得到 394 045 组恒星大气参数结果。

4.2　精度

在我们得到的 A 型星参数结果中，一共有 318 463 个源，具体观测次数如表 1 所示。

表 1　观测次数统计表

观测次数 N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\geqslant 10$
源的个数	274 201	34 839	5 567	1 403	582	307	182	137	113	1 132

注：观测次数根据 LAMOST 星表中 designation 字段统计得到。designation 相同，则表示为同一个源。

由表 1 可以看出，有多个源不止被观测一次，观测次数 $N \geqslant 3$ 的源有 9 423 个，其中有 1 132 个源的观测次数超过 9 次。理论上来说，对同一个源多次进行参数测量，其结果不发生变化，那么每次的测量值也应该一样；而实际上，由于观测条件的变化，光谱的信噪比会发生变化，测量值也会有变化。我们利用式 (1) 对观测次数 $N \geqslant 3$ 的源估计了测量结果的精度[28]。

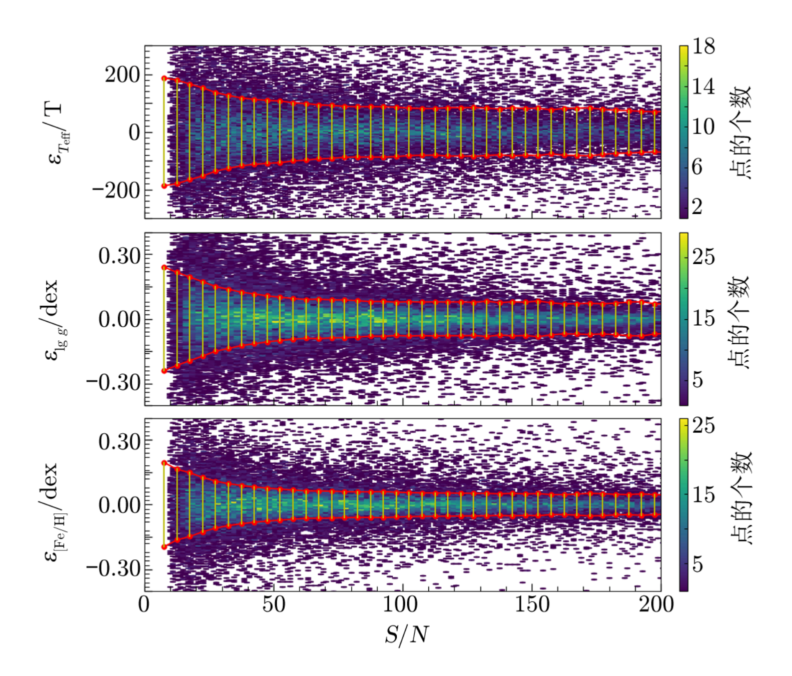
$$\epsilon_i = \sqrt{n/(n-1)} \times (P_i - \overline{P}) \quad , \tag{1}$$

其中，n 表示源的观测次数；P_i 表示该参数（$T_{\rm eff}$、$\lg g$ 或 [Fe/H]）的第 i 次测量值，$i = 1, 2, \cdots, n$；$\overline{P} = \dfrac{1}{n}\sum\limits_{i=1}^{n} P_i$，表示多次测量的平均值（期望值的估计值）。

图 3 展示了 $T_{\rm eff}$、$\lg g$ 和 [Fe/H] 的精度随信噪比的变化。可以看出，对于有效温度、表面重力和金属丰度，ϵ 均随着信噪比的增大而减小，在信噪比 S/N=50 时，$T_{\rm eff}$、$\lg g$ 和 [Fe/H] 的精度分别为 108 K、0.103 dex 和 0.074 dex。

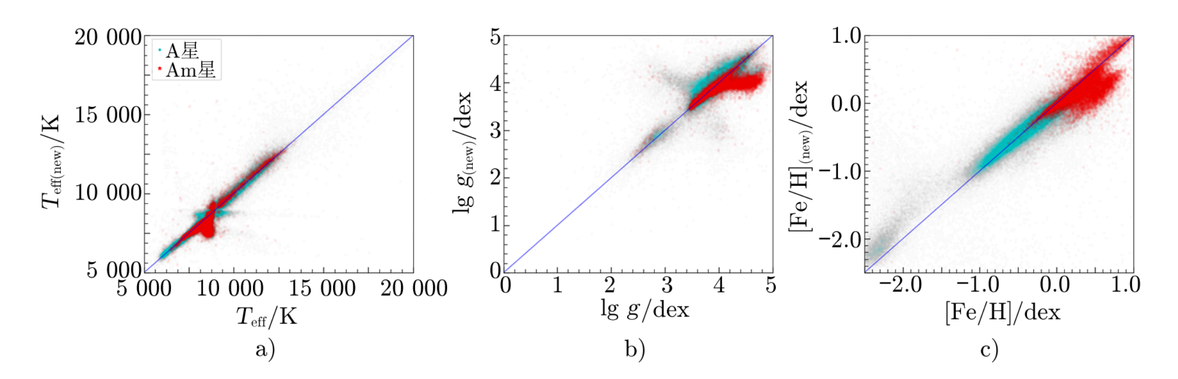
4.3　与全波段光谱计算结果对比

为了验证本文所讨论的特征波段在测量恒星大气参数时的影响，我们利用 LASP 分析未屏蔽的光谱 (3 900 ~ 6 800 Å) 计算了大气参数，并将结果与 4.1 节所获得的大气参数值做比较。如图 4 所示，蓝色的点表示普通 A 型星，红色的点表示 Shang 等人[14]从 LAMOST 数据中搜寻出的 Am 型星。由图 4a) 可以看出，使用全波段光谱计算得到的有效温度高于 4.1 节的结果，这一现象主要是由于 Ca II K 线的影响，可能会导致 Am 型星（尤其是经典型 Am）有效温度的偏大，进而导致表面重力和金属丰度的过偏大。



注：红色的点是按信噪比间隔 5 为步长，对每个区域内所有的点求标准差而得来；红色的曲线是对每个区域内的标准差进行样条插值而来。

图 3 利用重复观测源统计的参数精度



注：横轴为利用 3 900 ～ 6 800 Å 波段光谱获得的大气参数，纵轴为 4.1 节中获得的大气参数值；蓝色的点为普通 A 型星，红色点为 Shang 等人[14] 从 LAMOST 中搜寻出的 Am 型星。

图 4 不同波段获得的大气参数对比

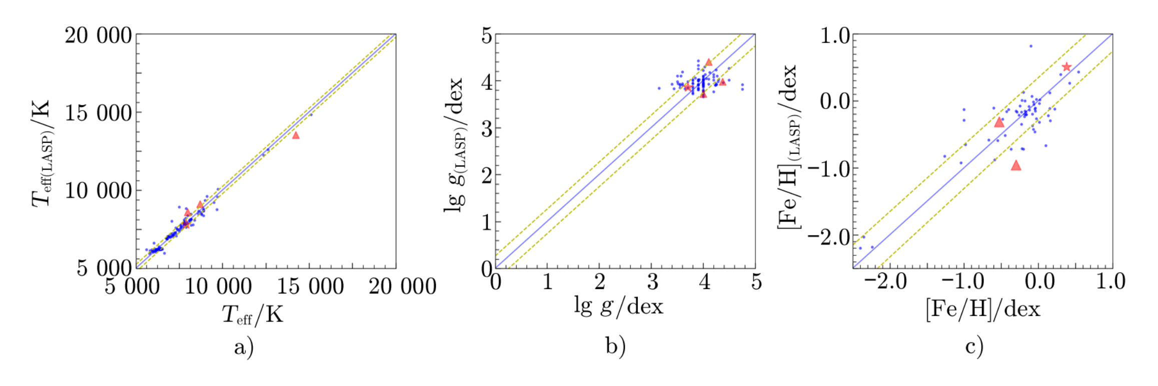
4.4　外部对比

为了验证我们的方法，我们将得到的 A 型星参数结果与高分辨率星表 PASTEL[29] 进行了交叉，并对同源数据进行了对比。PASTEL 是一个基于高分辨率 ($R > 25\,000$)、高信噪比 ($S/N > 50$) 光谱获得的恒星大气参数汇总表，一共包含 31 401 颗恒星的 64 082 次测量值，对应了 1 142 篇文献，其大气参数覆盖范围如表 2 所示。

表 2　PASTEL 参数覆盖范围

参数	范围
$T_{\rm eff}$/K	2 300 ～ 100 000
lg g/dex	0 ～ 5.0
[Fe/H]/dex	−4.8 ～ 0.40

通过与 PASTEL 进行交叉，共获得 108 个同源数据。在这些同源数据中，PASTEL 星表有 108 个有效温度值，93 个表面重力值和 61 个金属丰度值。此外，同源数据中有 1 个源是 Shang 等人[14]发现的 Am 星，有 3 个源是Zhang 等人[15]发现的 Ae 星。本文结果与 PASTEL 同源数据的参数对比情况如图 5 所示。



注：横坐标为 PASTEL 星表的参数结果，纵轴为本文获得的参数结果，a)—c) 依次为 $T_{\rm eff}$、lg g 和 [Fe/H] 的对比。每个图中蓝色线为“1:1”线，黄色虚线表示 1σ，蓝色点是普通的 A 型星，红色星形是 Shang 等人发现的 Am 星，红色三角形是 Zhang 等人发现的 Ae 星。

图 5　本文结果与 PASTEL 同源数据的参数对比

由图 5 可以看出，本文所得到的 A 型星有效温度与 PASTEL 星表的结果呈现出较好的一致性，其弥散为 215 K。特殊星 Am 和 Ae 的有效温度与 PASTEL 星表的结果也具有很好的一致性，lg g 和 [Fe/H] 的弥散分别为 0.283 dex 和 0.307 dex。

5　总　结

本文探讨了特殊 A 型星 (Am 和 Ae) 在光学波段的光谱特征，Am 星以弱的 Ca II K 线和强的 Fe 线为特征，而 Ae 星以光谱中的发射线为显著特征。通过屏蔽 Am 和 Ae 星中对

测量大气参数有重要影响的光谱区域，并尽量保留对恒星参数敏感的区域，我们获得了测量 A 型星恒星大气参数的统一算法，并将应用于 LAMOST DR11 以及后续的数据产品中。在屏蔽 Ca II K, H (3 900 ∼ 4 060 Å)、Hβ (4 857 ∼ 4 867 Å) 和 Hα (6 400 ∼ 6 800 Å) 后，我们利用 LASP 计算了 LAMOST DR9 中 A 型星的恒星大气参数，获得了 394 045 组参数结果。利用观测次数 $N \geqslant 3$ 的重复观测源，我们统计了 $T_{\rm eff}$、$\lg g$ 和 [Fe/H] 的精度，在 S/N=50 时精度分别为 108 K、0.103 dex 和 0.074 dex。我们将得到的 A 型星参数结果与高分辨率参数星表 PASTEL 进行了交叉对比，$T_{\rm eff}$、$\lg g$ 和 [Fe/H] 的弥散分别为 215 K、0.283 dex 和 0.307 dex。

参考文献：

[1] D'Cruz N L, Dorman B, Rood R T, et al. ApJ, 1996, 466: 359
[2] Salaris M, Cassisi S, Weiss A. PASP, 2002, 114: 375
[3] Frogel J A, Mould J, Blanco V M. ApJ, 1990, 352: 96
[4] Engels D. Mem Soc Astron Italiana, 2005, 76: 441
[5] Titus J, Morgan W W. ApJ, 1940, 92: 256
[6] Herbig G H. ApJS, 1960, 4: 337
[7] Du B, Luo A-L, Kong X, et al. ApJS, 2016, 227: 27
[8] Hou W, Luo A, Ren J, et al. Putting A Stars into Context: Evolution, Environment, and Related Stars, 2014: 145
[9] Gray R O, Corbally C. Stellar Spectral Classification. New York: Princeton Univ. Press, 2009: 160
[10] Hou W. PASP, 2017, 129: 047001
[11] Roman N G, Morgan W W, Eggen O J. ApJ, 1948, 107: 107
[12] Qin L, Luo A-L, Hou W, et al. ApJS, 2019, 242: 13
[13] Hou W, Luo A, Yang H, et al. MNRAS, 2015, 449: 1401
[14] Shang L-H, Luo A-L, Wang L, et al. ApJS, 2022, 259: 63
[15] Zhang Y-J, Hou W, Luo A-L, et al. ApJS, 2022, 259: 38
[16] Wang S-G, Su D-Q, Chu Y-Q, et al. Appl Opt, 1996, 35: 5155
[17] Su D-Q, Cui X-Q. ChJA&A, 2004, 4: 1
[18] Zhao C, Newberg H J. astro-ph/0612034, 2006
[19] Cui X-Q, Zhao Y-H, Chu Y-Q, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2012, 12: 1197
[20] Zhao G, Zhao Y-H, Chu Y-Q, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2012, 12: 723
[21] Keller L D, Sloan G C, Oliveira J M, et al. ApJ, 2019, 878: 147
[22] Slettebak A, Collins G W, Truax R. ApJS, 1992, 81: 335
[23] Kogure T, Leung K-C. The Astrophysics of Emission-Line Stars, New York: Springe, 2007: 141
[24] Luo A-L, Zhao Y-H, Zhao G, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2015, 15: 1095
[25] Du B, Luo A, Zhang J, et al. Proc SPIE, 2012, 8451: 845137
[26] Koleva M, Prugniel P, Bouchard A, et al. A&A, 2009, 501: 1269
[27] Wu Y, Luo A-L, Li H-N, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2011, 11: 924
[28] Guo H, Zheng Z, Zehavi I, et al. MNRAS, 2015, 453: 4368
[29] Soubiran C, Le Campion J-F, Brouillet N, et al. A&A, 2016, 591: A118

A New Method for Measuring Stellar Parameters of A-Type Stars in LAMOST Low-Resolution Spectra

ZUO Fang[1,2], LUO Ali[1,2]

(1. Key Laboratory of Optical Astronomy, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The stellar spectroscopic surveys represented by LAMOST have generated a vast amount of A-type star spectra. Accurately measuring the atmospheric physical parameters from low-resolution spectra of A-type stars and forming a unified processing pipeline is often affected by special A-type stars. This paper discusses the spectral features of special A-type stars, Am and Ae in the optical band. Am stars are characterized by weak Ca II lines and strong Fe lines, while Ae stars are distinguished by emission lines in their spectra. By shielding the spectral regions in Am and Ae stars that have a significant impact on the measurement of atmospheric parameters and retaining regions sensitive to stellar parameters as much as possible, we have obtained a unified algorithm for measuring the atmospheric parameters of A-type stars. This method will be applied to LAMOST Data Release 11 (DR11) and subsequent data products. Through statistical analysis of parameters from repeated observations, the precisions for effective temperature ($T_{\rm eff}$), surface gravity ($\lg g$) and metallicity ([Fe/H]) are found to be 108 K, 0.103 dex, and 0.074 dex, respectively. External comparison analysis with the high-resolution catalog PASTEL reveals that the standard deviations for $T_{\rm eff}$, $\lg g$, and [Fe/H] obtained by this method are 234 K, 0.283 dex, and 0.327 dex, respectively.

Key words: A-Type star; stellar parameter; survey